

名古屋大学における加速器 BNCT 用システム開発 III

Development of Accelerator-based BNCT System in Nagoya University 3

*瓜谷 章, 校條 洋輔, 渡辺 賢一, 山崎 淳

広田 克也, 北口 雅暁, 清水 裕彦, 市川 豪, 鬼柳 善明, 土田 一輝

名古屋大学

名古屋大学ではダイナミトロン加速器とリチウムターゲットを用いた BNCT 用中性子源の開発を行っている。本計画の概要、加速器のコミッショニング状況、計算による減速体の最適化等について報告する。

キーワード： BNCT、加速器、減速体、熱外中性子、加速器、ダイナミトロン、陽子、リチウム

1. 緒言 ホウ素中性子捕捉療法（以下 BNCT）は、京大原子炉実験所等で治療症例が重ねられ、その有効性が認められ、近年は世界各地で治療施設が要望されるに至っている。病院に併設するために、核反応により中性子を発生させる加速器 BNCT システムの開発研究が世界各国で進められている。名古屋大学では、2013 年に BNCT 用中性子源の開発を開始した。本報告では加速器のコミッショニング状況と、核反応生成中性子を熱外中性子に減速させる減速体（BSA : Beam Shaping Assembly）の最適設計について述べる。

2. 加速器 本システムでは、低い加速エネルギーで中性子を発生させられる ${}^7\text{Li}(p, n){}^7\text{Be}$ 反応を採用する。 ${}^7\text{Li}(p, n){}^7\text{Be}$ 反応は、発生中性子エネルギーが比較的低いために、BSA をコンパクトにできること等の利点がある。採用した IBA 社製のダイナミトロン静電加速器は、2.8 MeV、15 mA の陽子ビームを発生させることができる。昨年 8 月から設置、コミッショニングを行っており、これまでに SF_6 の加圧充填、2.8 MV までの昇圧、加速は伴わないものの ECR イオン源からの 11 mA の陽子電流の引き出しを実現している。

3. 中性子減速体 PHITS コードを用いて BSA に関する検討を行った。BSA の基本構成を図 1 に示す。PHITS コードの中性子線源は、LIYIELD コード^[1]を用いて計算し、Li 薄膜に 2.8 MeV の陽子ビームを入射した際に発生する中性子エネルギー・角度分布を用いた。前報では、減速材としては MgF_2 が最適であることを示したが、今回は各コンポーネントの配置、大きさ、厚さ等の最適化を行った。詳細については口頭にて発表する。これまでに得られた評価結果を IAEA の推奨値^[2]とともに表 1 に示す。

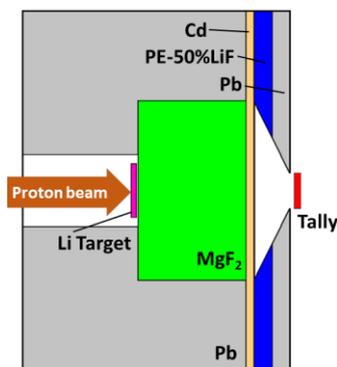


図 1 BSA の断面図の一例

表 1 計算による評価値と IAEA による推奨値

評価項目	設計値	推奨値
熱外中性子束 $N_{\text{epi}} [\times 10^9 \text{ n/cm}^2/\text{s}]$	1.8	≥ 1
高速中性子混入率 $D_f [\times 10^{-13} \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2]$	2.0	≤ 2
γ 線混入率 $D_g [\times 10^{-13} \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2]$	1.6	≤ 2
熱中性子比 $N_{\text{t/e}}$	0.05	≤ 0.05
Current/Flux 比 C/F	0.7	≥ 0.7

参考文献 [1] C. L. Lee, X.-L. Zhou, AIP Conf. Proc., **475**, (1999) 227-230.

[2] IAEA-TECDOC-1223 "Current states of neutron capture therapy", IAEA (2001).

* Akira Uritani, Yosuke Menjo, Kenichi Watanabe, Atsushi Yamazaki, Katsuya Hirota, Masaaki Kitaguchi, Hirohiko Shimizu, Go Ichikawa, Yoshiaki Kiyonagi and Kazuki Tsuchida / Nagoya Univ.